

Interrelación entre las tecnologías energéticas, el territorio y las infraestructuras

CESEN

INTERRELACION ENTRE LAS TECNOLOGIAS ENERGETICAS, EL TERRITORIO Y LAS INFRAESTRUCTURAS CESEN

1. INTRODUCCION

Los artículos presentados, han ilustrado algunos de los resultados alcanzados en el cuadro de la cooperación técnica entre el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Minas y Energía y el CESEN. Como se puede apreciar, se comenzaron numerosos proyectos, se analizaron algunas realidades locales, se estudiaron distintas soluciones tecnológicas y realizaron algunas instalaciones con tecnologías innovadoras. Es éste el momento de encuadrar las acciones y los estudios desarrollados hasta ahora, en una prospectiva más amplia, a la luz de la realidad en la cual se encuentran comprendidos, para tomar el sentido y el desarrollo natural de los mismos.

Se trata de profundizar conceptos como tecnología, sistema energético, sistema tecnológico, territorio, infraestructura y de aclarar, o al menos especificar cuanto sea posible y en forma breve, las relaciones que existen entre estas realidades. Ellas son la base de la colaboración desarrollada hasta ahora y más importante aún, están íntimamente ligadas a cada intervención de desarrollo social y económico de las comunidades nacionales y locales.

Cuando se habla de una tecnología específica con la finalidad de aclarar un concepto, no se desea demostrar que ésta es la mejor, así como cuando se cita una infraestructura, no se pretende afirmar que es más importante que otra. Los ejemplos prácticos se enuncian solo cuando son útiles para profundizar y ayudar a la comprensión de la exposición. Se trata, sobre todo, de subrayar algunas constantes de fondo, que se presentan más de una vez en el curso de la historia. Las conclusiones que cada uno obtendrá de las indicaciones que presentamos, pueden servir de guía en la búsqueda común de las futuras formas de colaboración y de las vías prácticas para ejecutarlas.

2. SISTEMAS ENERGETICOS Y TECNOLOGIAS

El objeto central de la colaboración llevada a cabo hasta ahora, ha sido la solución de algunos problemas de demanda y de oferta energética en regiones particulares de Colombia. Conviene recordar que la condición energética de un área, se define por un conjunto de datos, esquematizables así (3):

- Datos meteorológicos
- Datos del territorio físico
- Datos sobre el sistema agrícola
- Datos sobre las tecnologías energéticas
- Datos de comportamiento socioeconómicos y antropológicos
- Datos sobre desechos y residuos
- Datos sobre el balance de fuentes energéticas no renovables y de otros materiales

Hasta ahora se ha tenido en cuenta todo lo anterior, ya sea en los proyectos de desarrollo, en la evaluación de los recursos y en los estudios de planificación del territorio expuestos en diferentes oportunidades. Aún así, posiblemente no se ha enfatizado suficientemente el hecho de que el sector energético de cada área, descrito en el conjunto de los datos enumerados arriba, forma un **sistema**, es decir, algo unitario, controlable desde el exterior y cuyas componentes son interdependientes.

Cada ámbito local y cada autoridad con poder de decisión, influye directamente y de distinta manera, controlando el sistema energético que le compete; el resto del sistema es influenciado indirectamente (2). Así por ejemplo, una familia que instala en casa algunas estufas y un refrigerador y al utilizarlos “*controla*” el propio consumo de electricidad, repercute con ello en la oferta de energía eléctrica. El ente productor de electricidad, cuando instala grandes centrales a carbón y líneas de transmisión eléctrica, determina los costos de electricidad e influye en el comportamiento de los propios usuarios.

Además, la interdependencia entre los varios componentes de un sistema energético, son fácilmente comprensibles. Así, por ejemplo, si se incentiva el uso del gas de petróleo licuado para cocinar y se predispone la logística para su distribución capilar, será muy difícil que se desarrolle el uso de la cocina eléctrica. Si se lleva a la práctica un programa de explotación de las cuencas hidrográficas con fines eléctricos, mediante la construcción de embalses de recolección estacional o diaria, es poco probable que se desarrolle el uso de centrales termoeléctricas a turbinas para la cobertura de los picos de demanda de energía eléctrica.

El otro concepto base por dilucidar, es aquél de tecnología energética. Tecnología no es sinónimo de algo complicado, ni de costoso, o reciente. No es necesario pensar en una tecnología como en el producto de un laboratorio de investigación industrial o universitario. Por ejemplo, la categoría de las tecnologías energéticas para los transportes, está mejor representada por una barcaza y el canal, en el cual navega, o por un camión y la carretera que recorre, que por un avión. Así,

para el uso de energía en el sector civil, tecnologías como una olla o un fogón de piedra, son mucho más representativas que un televisor. Además, no es necesario identificar una tecnología con un objeto material; también acciones muy simples, como cultivar los campos o poner a secar la cosecha, son formas de tecnología energética.

Contrariamente a cuanto se piensa comúnmente, la mayor o menor eficiencia de un sistema energético, depende mucho de la atención con la cual se eligen las tecnologías más comunes. Así, por ejemplo, el transporte de las mercaderías en barcas en un sistema de canales, requiere normalmente una energía diez veces inferior a aquella necesaria para un transporte análogo por carretera. Igualmente, la cocción de alimentos mediante una olla a presión, consume una energía cinco veces inferior al consumo medio usando ollas tradicionales.

3. EVALUACION DE UN SISTEMA TECNOLOGICO

Como se ha visto, algunas componentes del sistema energético de un área, como los datos meteorológicos o antropológicos, son difícilmente modificables mediante una intervención externa. La elección de cómo desarrollar y administrar un sistema energético, se concentra habitualmente en el sistema tecnológico, a través de elecciones dirigidas, o por medio de modificaciones en el dato socio-económico de compartamiento, o de intercambio con el medio externo. Es interesante comparar los conceptos de tecnologías que se encuentran en la base de los criterios de elección adoptados más comúnmente.

No es el caso de detenerse a indagar causas y consecuencias de quien elige las tecnologías sólo por emotividad. Algunos se entusiasman con las tecnologías más recientes y modernas en cuanto ellas proporcionan cierta categoría y prestigio; otros, por el contrario, se apegan o vuelven a tecnologías más antiguas para defender una identidad nacional o ideológica. En vista de que una tecnología no es ni un símbolo de clase social ni una bandera, ambas elecciones son poco ventajosas.

La evaluación de los sistemas energéticos, puede basarse en un **concepto puramente de ingeniería** de la tecnología, visto como un sistema de eficiencia técnica al transformar un "input" en el servicio energético deseado (16). Este método de evaluación, que se limita a tomar en consideración los factores internos del sistema, lleva a la individualización de las cadenas tecnológicas más eficientes, sin tener en cuenta que el sistema se halla en una realidad regional específica.

Cuando se trata de evaluar el sistema de tecnologías energéticas, y, en general, cualquier sistema tecnológico, con la finalidad de elegir aquél más apto en relación con el ambiente externo del sistema mismo, se acostumbra considerar la tecnología desde un **punto de vista económico**; es decir, como funciones de producción que permiten asociar una determinada cantidad de producto a combinaciones de ingreso de factores como capital, trabajo y territorio. Desde tal perspec-

tiva, se eligen las tecnologías que permiten satisfacer la demanda de servicio energético al menor costo.

Este comportamiento, de por sí racional, esconde muchos inconvenientes desde el punto de vista práctico. Para comenzar, solamente una investigación en el campo, muy laboriosa y de alto costo, permite conocer la demanda de servicios energéticos suficientemente detallada y disgregada (1); si ésta falta, se suple haciendo hipótesis aproximadas con base en los pocos datos que se recopilen o de acuerdo con aquello que sucede eventualmente. Es difícil obtener avalúos serios de los costos efectivos de tecnologías no probadas anteriormente, en condiciones locales análogas a las propias; en tal caso, se prefiere seguir la usanza o lo que sugiera el mercado de la oferta. En tal punto, a menudo falta un conocimiento profundo de las distintas posibilidades tecnológicas disponibles en el mercado, ya que las investigaciones en este campo son generalmente complejas y costosas.

Además, desde el punto de vista teórico, la pura y simple evaluación de un sistema tecnológico, en términos de costo y beneficios de las actividades a él ligadas, parece limitante. Hay un contraste de fondo entre los horizontes temporales y espaciales propios de las tecnologías y la economía. El costo de un sistema tecnológico, refleja el equilibrio de los mercados en cierto momento, o, de todas maneras, en un horizonte temporal bastante más breve que aquél que pertenece a las tecnologías energéticas, que se mide en decenios. Además, en la actual situación, la economía internacional es dominada por los países más desarrollados, y ello refleja valoraciones de mercado que no se acomodan a las situaciones locales, especialmente en los países con un grado y un tipo de desarrollo diversos. Podemos, por ejemplo, imaginar que el precio de la leña aumenta hasta un punto en el cual el gas de petróleo licuado (GPL) resulta más conveniente; no significa esto que súbitamente la cocina a GPL remplace la cocina a leña, si falta la red de distribución local, o si los ingresos monetarios medios impiden la compra de una cocina nueva. Sucede a veces, por otro lado, que razones prácticas y culturales, aumentan en una región el precio sombra de una línea tecnológica, que fuera de las mismas, y sin esos vínculos culturales, es más bajo.

Parece mucho más provechoso, partir del presupuesto que el nivel tecnológico sea interdependiente del nivel económico, como ha sido reconocido por decenios. Más aún, lo que investigaciones más recientes tratan de probar, según la teoría de las "ondas largas", es algo más: se quiere demostrar que entre invención científica, innovación tecnológica y desarrollo económico, existe una estrecha interdependencia de tipo cíclico en períodos comprendidos entre 50 y 80 años (4).

El substrato común al desarrollo tecnológico y al económico, es el nivel territorial; por lo tanto, es necesario comenzar con los **aspectos territoriales** para la elección del sistema tecnológico.

Las civilizaciones precedentes, con un desarrollo tecnológico mucho más lento, crecieron en simbiosis con el territorio del cual fueron expresión. Con el desarrollo de tecnologías para multiplicar progresivamente las fuerzas y actual-

mente también la inteligencia, en la sociedad fue creciendo el impulso a subestimar la importancia y, por lo tanto, el valor del sistema del territorio. El golpe decisivo a la descompensación del equilibrio entre sistema económico y territorio en los países más desarrollados, vino justamente del sistema energético y del exceso de contaminación por él provocado.

La relación entre sistema tecnológico y territorio, debe reconstruirse justamente a partir del sector energético, que es el que más sufre, en el momento actual por lo apartado de los elementos locales.

El hecho de incluir en la elección del sistema tecnológico el aspecto territorial, es positivo, ya que permite volver a considerar las tecnologías, como el medio usado por las comunidades para ejercer su control sobre los recursos, transformándolos en provecho propio. El territorio recobra así el papel de factor determinante del mejoramiento tecnológico. En efecto, la innovación tecnológica tiene origen, o en la utilización de factores de producción subutilizados o inutilizados (capital widening), o en la utilización más intensiva de los mismos factores, bajo la presión de una demanda no satisfecha (capital deepening) (6).

El considerar el factor territorial permite afrontar los problemas de localización, es decir, la inserción concreta de cada una de las tecnologías en el territorio. De esta manera, por la elección de una actividad productiva, además de los costos y beneficios de la actividad, se consideran también los que proporciona el origen de la localización concreta de la actividad en el territorio, iniciándose con los ligados a los transportes. Por otra parte se incluye una evaluación de las consecuencias socio—económicas de la instalación en las poblaciones que habitan en cada localidad. Lo que sigue es un ejemplo de las interacciones entre sistema de tecnologías energéticas y territorio, y de la importancia que infraestructuras de transporte y de otra índole, revisten en un desarrollo más armónico de la comunidad.

4. DESDE LAS TECNOLOGIAS ENERGETICAS AL TERRITORIO

4.1 El caso de los sistemas hidrológicos

El caso del sistema hidrológico es típico de la interacción entre territorio y tecnología energética. El uso tradicional de las aguas para la alimentación y la agricultura, es modificado cuando se inicia la explotación con fines energéticos.

La utilización con fines energéticos impone, sobre todo, la estabilización de los cursos de agua dentro de determinados conductos mediante la construcción de diques de contención. Este es también, el primer paso en dirección al drenaje en los terrenos colindantes y de su liberación para usos agrícolas. En otros casos, ésta es la premisa para la instalación de una serie de infraestructura fijas, ya sea para la irrigación, la construcción de caminos, puentes, etc.

En Italia, por ejemplo, el Agro Pontino, una ancha superficie distante alrededor de 150 kms. de Roma, y que sesenta años atrás era fangosa e improductiva,

constituye hoy el huerto que abastece de verdura la ciudad de Roma. La obra de saneamiento y drenaje de los terrenos allí efectuada, podría ser ejemplo útil para algunas zonas colombianas como la Orinoquía, mal drenada, o algunas zonas de la costa del Pacífico.

Una segunda obra, en general asociada con la utilización hidroeléctrica, es la construcción de embalses estacionales mediante diques y canalizaciones secundarias. La utilidad, desde el punto de vista energético, es conocida: Es el sistema más flexible, rápido y económico para la adaptación instantánea de la oferta de potencia eléctrica a la demanda.

Igualmente conocido desde tiempos prehistóricos, es el valor y provecho que proporciona la irrigación. Quizá es menos conocida la posibilidad ofrecida por los sistemas de diques y canales secundarios, para regular el nivel de los ríos y convertirlos en navegables. El problema es frecuente en todas partes; por ejemplo, en el río Putumayo las barcazas más grandes, aptas para el transporte de bovinos, se varan hasta por seis meses cuando al bajar el nivel del río, las sorprende en un punto donde la profundidad no es suficiente. La solución del problema de navegación tendría influjos positivos, tanto desde el punto de vista económico como social.

El conjunto de las tecnologías para la regulación de la cantidad y calidad de las aguas, es una inversión segura; así al menos parece enseñarlo la historia. En efecto, la Roma antigua de los tiempos imperiales, abastecía a la comunidad urbana con 1.5 m³ por persona al día aproximadamente, (13), contra el valor del orden de 2 m³ por persona en el sistema nacional de los EEUU en 1975 (19). Es necesario subrayar que la cifra en los EEUU incluye también el consumo de la industria, el cual influía sólo marginalmente en la antigua capital. En un país como Inglaterra, en el cual la tradición del control de las aguas se remonta a más de cien años atrás, existen actualmente más de 5 metros de acueductos principales por habitante, y más de 4 metros de alcantarillado por habitante. Además, existe un depurador público por cada 6000 habitantes (18).

Así mismo, la utilización energética de la fuente hidrológica, va aún más atrás en el tiempo; ya mil años atrás era muy difundida para moler el grano (1). La región italiana más rica y desarrollada actualmente, la Lombardía, que tiene una potencia hidroeléctrica instalada activa de 180 MW, cincuenta años atrás estaba constelada de centrales hidroeléctricas de pequeña potencia, de las cuales recientemente se ha estudiado la reactivación.

Recordando que algunas zonas de Colombia, como el piedemonte andino, son más ricas en agua que la Lombardía, también para ellas es posible concebir un gran desarrollo. A menor escala, en Orito, si la actividad de refinación del petróleo es reducida, quizás sea posible explotar la diferencia de nivel del río para producir energía eléctrica.

4.2 El caso de la cadena agro — alimenticia

Otro ejemplo de sistema tecnológico que depende mucho de la energía y que modifica radicalmente el territorio, es el modo de procurar la alimentación necesaria a la comunidad. Después de la crisis petrolera del año 1973, todas han comprendido que la producción agropecuaria depende sustancialmente del sistema energético: el encarecimiento de los fertilizantes y de la energía bajaron aproximadamente 15 millones de toneladas (—4%) la producción mundial de grano. El análisis de las tecnologías de producción agropecuaria permite comprender la razón de lo anterior.

El abastecimiento de alimentos es una de las tecnologías que ha sufrido las mayores variaciones en el curso de miles de años y de acuerdo con la región. Según la tecnología utilizada y el tipo de terreno, la superficie necesaria para mantener una persona era de 140 km² para los esquimales de las regiones árticas de Canadá, 30 km², para los indígenas australianos, antes de la llegada de los ingleses, 20 Km², para los indios de las praderas de los EEUU y de 10 km², para los nómades recolectores de alimento en el desierto de Kalahari en Sudáfrica. En condiciones de clima y de territorio más favorables, la agricultura francesa del medioevo mantenía entre 40 a 50 personas por km². Las tecnologías más reciente, permiten producir alimentos para más de 1000 ó 5000 personas por km² cultivado (11).

El mejoramiento del rendimiento del territorio sólo es posible con la condición de consumir una gran cantidad de energía en las fases de cultivo. Mientras los cazadores del desierto de Kalahari mantenían una relación entre energía gastada y energía alimenticia del orden de 10, este valor era alrededor de 1 para la agricultura italiana en 1960 en su conjunto, y próximo al 0.1 en el sistema agrícola actual de los EEUU de América también en su conjunto. Dos órdenes de magnitud de diversidad entre las relaciones energéticas de cultivo, significan una caída tecnológica y territorial. La actual densidad de máquinas, fertilizantes, canales de agua y otras, han transformado la concepción misma del territorio agrícola.

Se debe recordar, en fin, que el sistema alimenticio total, consume mucho más de cuanto usa el sistema agrícola solo. El sistema industrial que lleva el alimento del campo a la cocina de los consumidores, aumenta el consumo energético de los alimentos en un factor de 5.

Es claro que tal aumento de los consumos energéticos y por lo tanto del costo para hacer llegar el alimento a los consumidores, es justificable con base en las condiciones del mercado. Trabajar industrialmente los recursos alimenticios y transportar los alimentos al mercado, lejos del lugar de producción, se justifica cuando el producto tiene un notable valor agregado. Por ejemplo, es económicamente ventajoso transportar por avión las primeras fresas de Sardeña a los mercados de Roma o Milán, pero los tomates en la estación de máxima producción, conviene trabajarlos industrialmente en su sitio, elaborándolos en conserva para luego transportarlos vía marítima. En Colombia, algunas tierras del piedemonte andino producen arroz, el cual es transportado y vendido en Bogotá. En presencia

de mejores carreteras, el mercado debería incrementarse y en consecuencia, cultivar el arroz sería ventajoso en una mayor extensión. Asimismo, con camiones y depósitos frigoríficos, estas zonas suministrarían a Bogotá productos alimenticios percederos con un mayor valor agregado.

5. EL TERRITORIO INFLUYE EN EL SISTEMA TECNOLÓGICO

5.1. Tecnologías Localizadas: el Caso de la Geotermia

Un examen, superficial es más que suficiente para ilustrar cómo ningún sistema energético, por muy racional y avanzado que sea, puede ser aplicado de manera integral en una realidad territorial distinta. Por ejemplo, el resorte que ha impulsado la creación y utilización de la energía termoeléctrica, ha sido la necesidad de encontrar una alternativa a la energía hidroeléctrica en las zonas que no la poseían, cuando las pérdidas que se obtenían por motivos de distribución en distancias de algunas decenas de kilómetros, eran muy gravosas. Una situación análoga ha sido el incentivo del uso energético de la geotérmica.

Como es conocido, los chorros de vapor y agua caliente del subsuelo se presentan en muchas partes del mundo. En Lardarello, una localidad de Italia central, la presencia de una gran demanda de energía y la carencia de otras fuentes económicamente favorables, ha incentivado la explotación de los recursos disponibles con este fin. Al principio, no se trataba de una empresa económica. Solo con el pasar del tiempo y el mejoramiento tecnológico, las condiciones locales ampliamente favorables, como la gratuidad y la práctica renovabilidad, se reflejaron también en el plano económico. Hoy, después de 80 años de aprovechamiento de esta fuente, la energía geotermoeléctrica producida por las centrales de Lardarello, cuesta alrededor de la mitad del valor de producción medio del sistema eléctrico italiano. La misma tecnología hoy es utilizada en gran cantidad de países (8). Dada su topografía, también Colombia ha comenzado a evaluar el potencial de las zonas más prometedoras.

Es claro que el reconocimiento de un campo geotérmico, es decir, de una fuente de energía eléctrica o de agua caliente económicamente conveniente, valoriza el territorio circundante y promueve el desarrollo atrayendo instalaciones industriales y, en un segundo tiempo, poblacionales.

Lo mismo ocurre en el caso de otras fuentes energéticas renovables. Las ventajas del desarrollo de una tecnología no se reflejan adecuadamente, si se limitan al cálculo de los costos y beneficios, a una confrontación entre el costo de inversión y el precio de los combustibles de importación. La ventaja de emplear recursos económicos en un ámbito local en lugar del externo, se refleja mejor en la comparación puramente energética: si la energía extraída del territorio es mayor que la usada para instalar la tecnología, existen buenas probabilidades para que la comunidad local obtenga ventajas. Más que nada, un cierto grado de independencia y flexibilidad en las tecnologías energéticas pone a resguardo, por lo menos en parte, de las crisis internacionales.

5.2 Problemas de transporte

El otro factor que influye en la localización de cualquier tipo de instalación, es la disponibilidad de vías de comunicación. Esto se aprecia bien en los Territorios Nacionales de Colombia, donde la importancia de los centros urbanos es proporcional a la navegabilidad de los ríos que los circundan, es decir, al arqueo de las barcazas que los pueden navegar y al tiempo que los separa de los centros más importantes. Lo mismo vale para los países más desarrollados, aunque si, actualmente, el consumo de energía para el transporte de los pasajeros supera en dos o tres factores a aquel del transporte de mercaderías, esto indica solamente que la tecnología del transporte de mercadería, ha sido estudiada con particular atención y optimizada en el territorio. Las elecciones tecnológicas correspondientes, son la clave de lectura de los desarrollos industriales y residenciales del territorio, que llevan a menudo al éxito o al fracaso del desarrollo de una comunidad o nación.

Bastan pocos ejemplos, sacados de épocas anteriores, para ser convincentes. Aunque si la antigua civilización romana es recordada por los países que dominó, por la red de óptimas carreteras que dejó como herencia, fue mediante el transporte de mercaderías por vía marítima, como aseguró la nutrición de sus pueblos. Las crónicas del siglo I después de Cristo, daban a entender que transportar un carro de heno 50 kms, redoblabo el costo, mientras que una nave de carga que transportaba grano por todo el mar Mediterráneo, aumentaba el costo en solo un cuarto (6.14).

El mismo fenómeno se encuentra en la mayor parte de las civilizaciones, desde las mesopotámicas, a las egipcias en la antigüedad; en las potencias marítimas del medioevo y aquellas de la revolución industrial. No es casualidad, en efecto, que el desarrollo industrial haya nacido en países como Inglaterra, que han explotado su conformación territorial, potencializando las tecnologías de transporte por mar; o Francia y Alemania, que por siglos se preocuparon de la construcción de canales navegables internos, con sus respectivas infraestructuras de transporte (6).

Se trata de obras imponentes con las cuales el gran público no tiene a menudo contacto. Sin embargo, también hoy parece ser éste el nivel en el cual se percibe más la divergencia de desarrollo entre los países. En 1980, mientras la densidad de aparatos radiofónicos en Italia (240 por cada 1000 habitantes), era poco más que el doble del número correspondiente en Colombia (110) por cada 1000 habitantes; el número de vehículos comerciales circulantes en Italia, superaba en 4 veces el mismo nivel en Colombia, también el tonelaje medio por habitante de las naves registradas, la aventajaba en casi 20 veces.

6. EL TERRITORIO COMO UN "CONTINUUM" DE INFRAESTRUCTURAS

Se impone entonces una elección entre la adquisición y el empleo de las innovaciones tecnológicas en forma permanente, al máximo grado y a cualquier costo, y

la transformación gradual pero continua del territorio, mediante la construcción de infraestructuras para la producción y el desarrollo. Actualmente, el problema de la innovación tecnológica afecta mayormente las comunidades, ya sea a nivel nacional o regional; los gastos efectuados para la investigación y el desarrollo de nuevas ideas, en la adquisición y comercialización de licencias y “know how” son elevados en todas partes. Examinando el fenómeno más detalladamente, se tiene la impresión que a menudo la invención tiene una finalidad solo en sí misma, en el sentido que sirve únicamente para comercializar un producto no necesario o para sustituir uno aceptable por otro no radicalmente mejor. Parecen muy pocas las innovaciones que aportan un verdadero mejoramiento tecnológico.

Frente a este riesgo y en presencia de escasos recursos, parece mucho más importante y necesario para el desarrollo general, “renovar” el territorio, dotándolo de un conjunto de probadas tecnologías, viejas y nuevas, fácilmente seleccionables a partir de la demanda, adquiribles a precios favorables y adaptables a las exigencias territoriales propias de cada localidad, mediante el trabajo y el tesón de los técnicos locales.

De esta manera, se trataría de abastecer el territorio de todas las infraestructuras que lo hacen más atrayente como sede de asentamientos habitacionales o laborales. Por ejemplo, de una encuesta hecha en colaboración entre expertos del ICCEL y del CESEN en la Municipalidad de Saravena (Arauca) y en el Valle del Guamuez (Putumayo), se ha comprobado que los asentamientos habitados carecen de alcantarillados, que el agua potable se encuentra difundida solo en el 28% de las residencias en el Valle del Guamuez, y que las vías son precarias e insuficientes. Nadie duda que la presencia de adecuados acueductos, de un eficiente sistema de alcantarillados y de una red vial apropiada, son elementos indispensables para el desarrollo orgánico de centros urbanos.

De otro lado, podría parecer menos apremiante la necesidad de proveer al territorio de infraestructuras industriales. Sin embargo, del análisis histórico de las revoluciones industriales sugiere además que los elementos que llevaron al desarrollo son, aparte de la energía y la industrialización de los consumos y las maquinarias, las infraestructuras. Ellas son un modo de adaptar el territorio a las posibilidades de desarrollo, haciéndolo más “propenso”, junto a la sociedad que lo habita, a encontrar en sí mismo las fuerzas para el desarrollo más apropiado. Una de las propiedades que diferencian las infraestructuras de las tecnologías de producción y uso, es la multiplicidad de las utilidades a las cuales se prestan. Algunos ejemplos bastan para demostrarlo.

La red de caminos se desarrolló en cantidad y calidad bajo los imperios persas, para permitir una rápida transmisión a las autoridades periféricas de las órdenes del rey (6). Desde entonces, en casi 3 mil años el sistema se ha mostrado esencial para innumerables finalidades. Lo mismo parece repetirse hoy con los sistemas de telecomunicaciones: la red telefónica, nacida para comunicar informaciones verbales, se está revelando de una importancia mucho mayor para la comunicación de informaciones bajo forma digital.

La técnica de irrigación de las aguas, nació en el antiguo Egipto milenios antes que la red caminera del imperio persa, con la finalidad de irrigar los campos cultivados. Hoy día, el mundo sería inimaginable en todas sus formas civilizadas sin el manejo de las aguas y las infraestructuras correspondientes. El sistema eléctrico nació bajo la dimensión de pocos cientos de metros, para potencias de escasos kilovatios, con la única finalidad de encender alguna lamparita que daba al poseedor, más que una iluminación segura, una distinción social (9). Hoy, después de un siglo, ninguna sociedad parece poder renunciar a potencias de muchos megavatios, utilizándolas para las más variadas formas de actividad, aún a distancia de centenares de kilómetros de los centros de producción.

El análisis de los ciclos de desarrollo de la economía mundial y de sus recíprocas interdependencias con las innovaciones tecnológicas, muestra que en cada nuevo ciclo, algunos países se unen al desarrollo económico. Las condiciones que en el pasado permitieron tal unión, han sido identificadas más en las infraestructuras que en la instrucción tecnológica de la población. Cuando superan el umbral mínimo de presencia, las infraestructuras se convierten en el trampolín de lanzamiento del desarrollo económico. Mas aún, el hecho de poseer infraestructuras nuevas, da a quien las posee una cierta ventaja con respecto a aquellos que deben comprometer una parte de los recursos en renovar infraestructuras de concepción y realización más antiguas (4).

Para concluir, la importancia de desarrollar las infraestructuras, junto a la instrucción técnica es, desde tiempo atrás, reconocida como uno de los factores que llevan al desarrollo tecnológico (21) junto al otro factor, que consiste en operar una política que proteja el desarrollo de las tecnologías locales y permita solo una importación selectiva de tecnologías extranjeras (10).

Colombia se ha distinguido, especialmente a partir de 1967, por una política de extrema selección en la importación de tecnología. La misma política se presenta bastante fructífera en el desarrollo de las infraestructuras. La calibración de la demanda del tipo y la dimensión de la infraestructura es vital para no repetir ciertas experiencias que se han verificado en la India y otros lugares: el desarrollo de la electrificación rural, sin el desarrollo contemporáneo de las aplicaciones eléctricas para la agricultura, la industria agro-alimentaria y otros usuarios, ha convertido las líneas eléctricas de las áreas rurales indúes, en poco más que *“algunos palos que sostienen dos alambres sueltos”* (17).

7. INDICACIONES PARA UN DESARROLLO MAS ARMONICO

El análisis de las interdependencias entre sistema energético, territorio e infraestructuras industriales, puede ofrecer algunas sugerencias para promover un desarrollo armónico. En la misma línea, se puede mover la cooperación técnica entre Colombia e Italia.

La medida de tal cooperación, incrementada al grado máximo, permanece siempre limitada con respecto a la amplitud de los problemas. Su acción va, por lo tanto, dirigida no a la solución de los múltiples problemas de desarrollo del conjunto de las tecnologías y de las infraestructuras, sino a la preparación de las condiciones que llevan a la solución de los problemas, con un papel parecido a aquel desarrollado por los catalizadores en la aceleración de las reacciones químicas. Dado el estrecho enlace que deben tener las soluciones tecnológicas con respecto a la realidad territorial, los problemas se resuelven mejor a través de las fuerzas locales. La intervención externa puede asumir solo funciones de estímulo, sugerencia, reflexión crítica o consulta para problemas específicos bien identificados y limitados. Algunas sugerencias prácticas podrían ser:

- Todas las actividades de investigación y desarrollo, van orientadas a las aplicaciones tecnológicas prácticas; el “know how” que se acumula como resultado de los esfuerzos en este sentido, va difundido entre los operadores económicos del país;
- Se debe favorecer el contacto de los técnicos con las realidades locales más alejadas, ya sea para conocer directamente los problemas prácticos que obstaculizan el desarrollo de las realidades locales, que para experimentar y difundir los mejoramientos que vienen ya analizados.
- Conviene dar todo el impulso a la concepción y realización de infraestructuras adecuadas a las realidades locales, premisa necesaria también para la difusión territorial de las innovaciones;
- Antes de decidir la realización de grandes instalaciones para la oferta y distribución de la energía, conviene estudiar a fondo la demanda en el territorio y su dinámica mediante investigaciones en el lugar específico; valorizar si la oferta que se prevé satisface verdaderamente la demanda en el mejor modo y si las consecuencias socio-económicas y territoriales del nuevo centro productivo son positivas; a menudo no se toman en cuenta las opiniones de la comunidad local, que sabe mejor que ninguno cuáles son las necesidades primarias;
- Antes de hacer altas inversiones para adquirir una tecnología extranjera, conviene buscar alternativas más aptas a la realidad local o más económicas; una vez adquirida una nueva tecnología, conviene estudiarla en detalle, adaptarla y mejorarla antes que gastar para adquirir una tecnología nueva y más reciente en la materia;
- El conocimiento profundo del territorio y de los recursos locales, mediante revelaciones a distancia (por ejemplo por medio de satélite) y campañas en el campo que conduzcan a la compilación de mapas detallados, es una premisa para lograr la individualización de la tecnología de oferta energética más apropiada;

—A la adquisición de tecnologías completamente nuevas, es preferible la inserción de tecnologías renovadoras sólo en una pequeña parte de la cadena tecnológica existente, de modo que perturbe lo menos posible la realidad local en la cual se introducen (20).

La obtención de un desarrollo tecnológico próximo a aquel de los países más desarrollados no es una quimera, aunque pareciera que la continua evolución y aceleración del progreso impidiera su alcance. Los progresos más recientes en los sectores de la electrónica y de las biotecnologías, demuestran, en efecto, que la dirección del desarrollo tecnológico es aquella de proveer a las distintas sociedades un "continuum tecnológico" apto a dimensiones más reducidas y próximas a las realidades locales. (4).

BIBLIOGRAFIA

1. Bernardini O., "Obiettivi e limiti della pianificazione energetica nei paesi in via di sviluppo", in *Energia*, anno V, n.3, sett. 1984, pg. 56 ss.
2. Bernardini O., "Theory and practice of local energy planning in the context of evolving regional systems", presentata al corso SIES sull'Energia Rurale, Bogota, 18-19 luglio 1983.
3. Butera F., "Analisi del contributo che lo studio del sistema energetico può dare alla pianificazione delle aree a risorse limitate", in "Risparmio di energia nel riscaldamento di edifici", cnr, pfe, n.3, 3-4 marzo 1980.
4. "Cicli di lungo periodo, depressioni e innovazione: implicazioni per le politiche economiche nazionali e regionali", materiale distribuito al convegno di Siena, 26-29 ott 1983.
5. CISP-ICEL: "Relación final de la investigación sociocultural sobre la migración y la colonización en el municipio de Saravena (Arauca) y en el Valle del Guamuéz (Putumayo)", Junio 1984.

6. Derry Thomas K., Williams Trevor I., "A short history of Technology", Clarendon Press, Oxford, 1960.
7. "Energia, mercati ed equilibrio economico", in *Energia Domani*, anno IV, nn.31 /32, nov 1982, pg. 73 ss.
8. "Geotermia", in *Energia Domani*, anno V, nn.34/35, mag 1983, pg. 5 ss. E n.36, sett 1983, pg.5 ss.
9. Hughes Thomas P., "Network of Power: electrification in western societies", 1880- 1930', John Hopkins university press.
10. "International technology transfer: issues and policy options", World Bank staff working paper no. 344, july 1979.
11. Leach Gerald, "Energy and food production", IPC Science and Technology Press, 1976.
12. Mc.Loughlin J. Brian, "La pianificazione urbana e regionale", Marsilio editori, 1973.
13. Pace Pierantonio "Il Trionfo dell acqua", in *Scienza Duemila*, anno VII, n.3, marzo 1985. Pg.65 ss.
14. "Pianificazione energetica di un area isolata: il caso di Leticia", in *Energia Domani*. Anno IV, n.31 32, nov 1982, pg 15 ss.
15. Rabar F., "Food and agriculture systems: global and national issues", in *ILASA Reports*, vol.3,n.1, jan-mar 1981.
16. Sahal Devendra, "Patterns of technological innovation", Addison Wesley, 1981.
17. Sen Gupta D.P., "Rural electrification in karnataka state", in *international Energy Studies*, edited by R.K.Pachari, Wiley Eastern ltd, 1980, pg. 300 ss.
18. Truesdale G.A., "British practice in water management", in *Disinquinamento Antinquinamento 85*, Giornate di studio, Milano, 1985, pg S-IX ss.
19. US Water Resource Council, *Second National Assesment*, dec 1978
20. Ventura A.K., "Integration of modern and traditional technologies for development", in *IFDA dossier*, n.46, mar-apr 1985, pg.43 ss.
21. Weiss Jr.C., "The world bank s support for science and technology", in *Science*, vol.227, 18 jan 1985, pg.261 ss.